

Можно отметить выравнивание токов по фазам (отклонения от среднего значения не превышают 20 %) и выравнивание фазовых углов. Это создает благоприятные условия для компенсации реактивной энергии ЛИМ и снижения потерь в системе электроснабжения. Такая схема обмотки ЛИМ, создающая встречно бегущие поля может быть рекомендована для практического использования.

Список использованных источников

1. Линейные индукционные машины со встречно бегущими магнитными полями для энергоэффективных технологий / А. Ю. Коняев, Б. А. Сокунов, Ж. О. Абдуллаев, Е. Л. Швыдкий // Промышленная энергетика. 2017. № 4. С. 2–7.

УДК 621.039

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАМОРАЖИВАНИЯ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА АЭС С РЕАКТОРАМИ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

EFFICENCY IMPROVING OF THE FREEZING DEVICES FOR LIQUID METAL COOLANT OF THE NPP WITH FAST- NEUTRON REACTOR

Александровский К. Е., Ташлыков О. Л., Попов А. И.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
alexandrovsky.k@gmail.com

Aleksandrovskiy K. E., Tashlykov O. L., Popov A. I.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрены основные свойства натриевого теплоносителя. Показана необходимость замораживания натрия при работах на натриевом оборудовании. Описано устройство для замораживания натрия в трубах.

Abstract: Considered are the properties of sodium coolant. The necessity of freezing of sodium for the repair works at the sodium systems is shown. The device for freezing sodium inside the pipes is described.

Ключевые слова: натрий, реактор на быстрых нейтронах, замораживание натрия, моделирование процесса охлаждения натрия.

Key words: sodium, fast breeder reactor, sodium freezing, sodium cooling process simulation.

Применение на АЭС жидкометаллических теплоносителей обусловлено внедрением в атомную энергетику реакторов на быстрых нейтронах (РБН), требующих высоких удельных теплосъемов в активной зоне. Одновременно с этим обеспечиваются любые параметры паросилового цикла [1]. Для натрия характерны весьма высокие значения коэффициента теплоотдачи. Перепад температуры на границе ТВЭЛ-натрий весьма мал и составляет несколько градусов.

Несмотря на существенные недостатки (высокая химическая активность по отношению к воде и воздуху, активация под действием нейтронного облучения), натрий является наиболее эффективным жидкометаллическим теплоносителем и используется в большинстве современных энергетических РБН [2].

В современных РБН для очистки натрия от примесей, и в первую очередь окислов натрия, используют холодные ловушки примесей. Принцип их действия основан на уменьшении растворимости окислов натрия при снижении температуры натрия. Прокачка части теплоносителя через охлаждаемые ловушки позволяет отфильтровывать окислы, выпадающие в осадок и поддерживать необходимую чистоту натрия по кислороду [3].

В соответствии с требованиями Правил охраны труда при эксплуатации тепломеханического оборудования и тепловых сетей атомных станций АО «Концерн Росэнергоатом» технология вскрытия оборудования или трубопровода и их ремонта должна исключать

плавление натрия внутри трубопровода или оборудования. Поэтому работы по вскрытию оборудования или трубопроводов с натрием разрешается производить при их температуре и температуре отключенных соседних зон и дренажей не более 60 °С.

При выполнении работ без вскрытия трубопровода или оборудования с натрием, не связанных с опасностью их повреждения (например, замена или ремонт электронагревателей, теплоизоляции), слив натрия не производится, но его циркуляция прекращается, и ремонтируемый участок охлаждается до температуры не выше 60 °С.

Высокая теплопроводность натрия затрудняет поддержание безопасной температуры при работах на оборудовании рядом с разогретыми участками контура (например, при замене задвижки, установленной на трубопроводе подачи натрия из реактора на систему очистки). Применявшиеся системы расхолаживания имели низкую эффективность.

В связи с этим было проведено моделирование процессов охлаждения натрия и поддержания требуемой температуры с использованием программного комплекса автоматизированного проектирования SolidWorks [4] и разработано специальное устройство для быстрой заморозки натрия (рис. 1) [5].

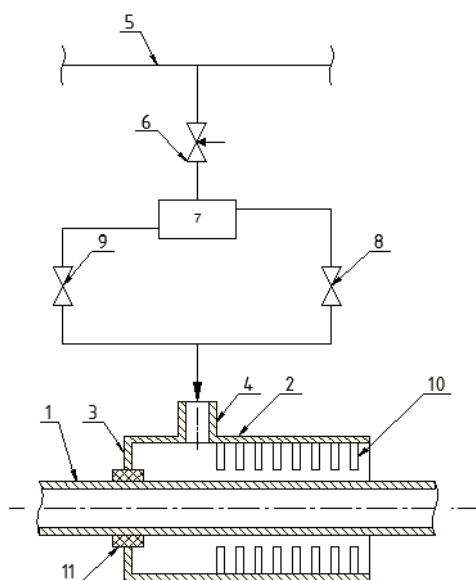


Рис. 1. Устройство для ускоренного замораживания и последующего размораживания жидкого щелочного металла в трубах реакторов АЭС:
1 – труба с натрием; 2 – кожух; 3 – торцевая крышка; 4 – входной патрубок; 5 – магистраль сжатого воздуха; 6 – регулирующий вентиль; 7 – вихревая труба; 8, 9 – горячий, холодный вентили; 10 – завихрители воздуха; 11 – уплотнитель

Устройство работает следующим образом: разъемный кожух 2, состоящий из двух половин, устанавливается на участке трубы, подающей натрий в охлаждаемую ловушку примесей или на участке трубы при

проведении ремонтных работ. При охлаждении или замораживании жидкого натрия в трубе открывают вентиль 9 и регулирующий вентиль 6, подающий из магистрали 5 сжатый воздух в вихревую трубу 7. Вентиль 8 при этом закрыт. Воздух с выхода «холодный» вихревой трубы через вентиль 9 и патрубок 4 попадает вовнутрь кожуха и омывает ее.

Регулируя вентилем 6 подачу сжатого воздуха из магистрали регулируется температура натрия в трубе. При необходимости повышения температуры в трубе или ускоренного размораживания натрия закрывается вентиль 9 и открывается вентиль 8. Сжатый воздух из магистрали через регулирующий вентиль 6 подается на вихревую трубу 7, а из ее выхода через вентиль 8 поступает в кожух 2, омывая горячим воздухом поверхность трубы с натрием.

Полученные в процессе моделирования результаты в виде температурных полей на охлаждаемом участке имеют характерную конфигурацию (рис. 2) [4].

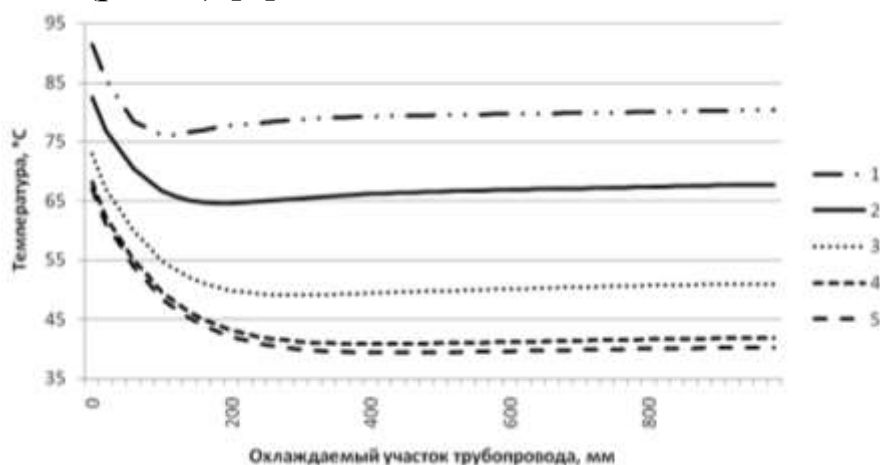


Рис. 2. Изменение температурных полей охлаждаемого участка натриевого трубопровода через 20 (1); 40 (2); 80 (3); 120 (4); 130 (5) минут после начала охлаждения

Список использованных источников

1. Щеклеин С. Е., Ташлыков О. Л., Дубинин А. М. Повышение энергоэффективности АЭС // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2015. № 4. С. 15–25.
2. Казачковский О. Д. Реакторы на быстрых нейтронах / Обнинск : ИАТЭ, 1995. 135 с.
3. Усынин Г. Б., Кусмарцев Е. В. Реакторы на быстрых нейтронах / под ред. Ф. И. Митенкова. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 288 с.

4. Ташлыков О. Л., Наумов А. А., Щеклеин С. Е. Моделирование процесса замораживания натрия в трубопроводах с целью оптимизации ремонта реакторных установок на быстрых нейтронах // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2013. № 2. С. 21–26.
5. Пат. 171057 РФ, МПК G21B 1/00. Устройство для ускоренного замораживания и последующего размораживания жидкого щелочного металла в трубах реакторов АЭС / Ташлыков О. Л., Попов А. И., Щеклеин С. Е. № 2016114039; заявл. 11.04.2016; опубл. 18.05.2017, Бюл. № 14. – 7 с.

УДК 621.039

РЕКОНСТРУКЦИЯ КОЛЬЦЕВОГО БАКА РЕАКТОРА ВВЭР-440 (ПРОЕКТ В-230)

RECONSTRUCTION OF THE RING TANK OF THE PWR-440 REACTOR (W-230 PROJECT)

Балакин Д. Ю., Ташлыков О. Л.
Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург,
balakin.serbishino@mail.com

Balakin D. Y, Tashlykov O. L.
Ural Federal University, Ekaterinburg

Аннотация: В работе рассмотрена конструкция кольцевого бака реактора. Показана необходимость его реконструкции в рамках продления срока эксплуатации. Описана схема обогрева.

Abstract: The construction of the ring tank is considered. The necessity of reconstruction as part of the life extension is shown. The circuit of heating is described.

Ключевые слова: реактор, водо-водяной реактор, продление срока эксплуатации, модернизация, кольцевой бак.

Key words: reactor, PWR reactor, extension of service life, modernization, the ring tank.